**Задача 12. Генерация *N* случайных чисел в *d*-мерном пространстве на основе клеточного автомата (КА). Проверка принадлежности полученного распределения равномерному закону при помощи метода вложенных гистограмм.**

**Описание:**

**Клеточным автоматом** называют систему взаимосвязанных «ячеек», которая развивается во времени в соответствии с заданными правилами «эволюции». Эти правила регулируют изменение состояния каждой ячейки в последующий момент времени в зависимости от ее настоящего состояния, а также от состояния окружающих ее ячеек.

Проиллюстрировать применение КА можно на примере игры «Жизнь». Запустите файл life.exe и загрузите с помощью команды меню «File->Open», например, «шахматы». На игровом поле появится начальная «популяция особей», которым предстоит в дальнейшем участвовать в процессе эволюции. Состояние («рождение», «жизнь» и «смерть») каждой «особи» на следующем этапе эволюции жестко определяется текущим состоянием восьми соседствующих с ней ячеек игрового поля. Если количество «живых» соседей в этих ячейках меньше двух или наоборот больше трех, данная особь в последующем умирает, соответственно, либо от изоляции, либо от перенаселенности. Если же рядом с пустой ячейкой окажется ровно три живых соседа, в ней появляется новая особь. Законы эволюции и другие параметры игры можно изменять произвольным образом («File->Properties»).Процесс эволюции можно просматривать последовательно шаг за шагом или в автоматическом режиме.

**Способ генерации случайных чисел:**

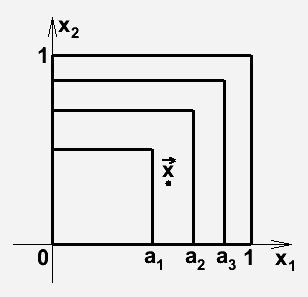
В алгоритме генерации для получения случайных чисел используется одномерный массив A, заполненный нулями и единицами. Начальная инициализация этого массива производится, например, с помощью генератора псевдослучайных чисел с равномерным распределением от 0 до 1. При этом каждая ячейка заполняется нулем или единицей в случае выполнения или невыполнения условия .

Преобразование массива A, состоящего из  элементов, к числу  из интервала  осуществляется по формуле . Чтобы получить следующее случайное число, нужно преобразовать массив A по правилам КА таким образом, что новое состояние ячейки  зависит от текущего состояния этой ячейки, а также ее ближайших соседей  и . Например, если сумма  окажется четным числом, то новое состояние  можно установить равным нулю, иначе - единице. При этом следует учесть, что вычисленное таким образом состояние k-й ячейки нельзя сразу сохранять в массиве A, поскольку старое состояние этой ячейки необходимо для расчета нового состояния в соседних ячейках. По этой причине для временного хранения пересчитанных состояний нужно использовать другой массив B, и после обработки всех ячеек переписывать полученный массив B в массив A.

Для проверки работы генератора случайных чисел на равномерность распределения в d-мерном кубе нет необходимости заполнять ячеек многомерной гистограммы. Достаточно применить специальный метод разбиения пространства, называемый **методом вложенных гистограмм**.

**Метод вложенных гистограмм:**

Сущность этого метода удобно пояснить для случая  (двумерный квадрат).

Разделим единичный квадрат на  фигур (на рисунке ) с одинаковой площадью при помощи вложенных друг в друга квадратов, имеющих общую вершину в точке . При этом сторона -го квадрата будет равна . Тогда попадание случайной точки  в -ю фигуру (т.е., в -ю ячейку гистограммы) будет определяться неравенством:

,

что в общем случае размерности  записывается как:

.

Выражая отсюда , получаем, что адрес ячейки, которая должна быть увеличена на единицу при попадании в нее случайного числа , выражается по формуле:

,

где квадратные скобки означают, что берется целая часть числа.

**Порядок выполнения:**

На языке C++ программа генерация случайных чисел с использованием КА может быть реализована на основе следующего кода:

На экран нужно вывести параметр , гистограмму полученного распределения (можно в текстовом виде) и значения рассчитанных  и .